

Reducción de riesgos de fuentes utilizadas en el sector industrial

Fuentes radiactivas selladas

Introducción

En noviembre de 2000, un trabajador de una central nuclear francesa activó la alarma de un detector de radiaciones al ingresar en la instalación. Ante el temor de que el trabajador pudiera de algún modo haber quedado contaminado, se realizó una comprobación exhaustiva para determinar si había contaminación. Los resultados suscitaron preocupación no sólo en Francia sino también en todo el mundo. El trabajador no se había contaminado, pero se detectó radiactividad en partes de la pulsera metálica de su reloj. Posteriores análisis revelaron que los pasadores de acero de la pulsera estaban contaminados con trazas de cobalto 60, una de las formas radiactivas de este elemento.

Los relojes se habían importado de Hong Kong donde habían sido ensamblados. Posteriormente, se siguió el rastro de la fuente de contaminación hasta una pequeña fábrica de China, que había suministrado el acero de los pasadores de la pulsera. Se cree que en esa fábrica se había fundido como chatarra, de forma no intencionada, un cabezal de teleterapia, dispositivo utilizado en el tratamiento radiológico de enfermos de cáncer. En Francia, los relojes se habían vendido en una cadena de almacenes multinacional, lo que hizo temer que se hubiesen vendido también en Europa, Asia y América del Sur. Afortunadamente, en una investigación realizada por las autoridades reguladoras nucleares en todo el mundo se comprobó que no se habían distribuido otros relojes de este tipo. Sin embargo, si no se hubiera detectado un reloj contaminado en la central nuclear francesa, muchas personas hubieran quedado expuestas a bajas dosis de radiación. Quizás los cien kilogramos de acero contaminado encontrados en la fábrica de China nunca se habrían descubierto y podrían haber sido utilizados en la fabricación de otros productos de consumo.

Las fuentes radiactivas selladas tienen aplicaciones extendidas en la medicina, la industria y la agricultura. Cuando se utilizan para los fines con los que fueron diseñadas, dichas fuentes son sumamente beneficiosas. No obstante, si estas fuentes se extravían o van a parar a manos inexpertas, las consecuencias pueden ser también

de gran envergadura y, desafortunadamente, incluso mortales. ¿Cómo se pueden prevenir los extravíos, robos o accidentes? ¿Cómo se pueden detectar los materiales contaminados antes de que lleguen a formar parte de productos de consumo o de otro tipo?

Los materiales radiactivos y las actividades que producen radiaciones están reglamentados en la mayoría de los países. Quienes trabajan con fuentes radiactivas selladas deben poseer no sólo la autorización pertinente, sino también la capacitación y el apoyo necesarios para hacer frente a los imprevistos que pueden surgir cuando se utiliza alguna de estas fuentes. A pesar de estas medidas siguen ocurriendo accidentes. El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha recibido informes sobre lesiones graves o mortales debido a una exposición excesiva a radiaciones.

Entre las múltiples actividades que realiza para mejorar la seguridad de las fuentes selladas, desde el decenio de 1980 el OIEA investiga las causas básicas de los accidentes graves y publica los resultados para que sirvan a otros de enseñanza. Actualmente causa creciente preocupación la posibilidad de que una fuente almacenada de manera no segura pueda ser robada y utilizada como instrumento de dispersión radiactiva. A fin de mejorar la seguridad tecnológica y física, es necesario que la información llegue a aquéllos cuyos actos y decisiones puedan prevenir en primer lugar el extravío de una fuente.

Es fundamental que exista una organización de gestión de desechos encargada de recoger y procesar las fuentes y garantizar su seguridad almacenándolas en una instalación hasta que sea posible someterlas a disposición final. Con este folleto se pretende facilitar esta información a todos quienes utilizan fuentes en el sector industrial, y de este modo, reducir el número de accidentes y lesiones causados por fuentes radiactivas selladas.

Aprovechamiento de la experiencia adquirida

A continuación se expone sólo un pequeño número de ejemplos de los accidentes ocurridos en los

últimos 20 años, en los que las deficiencias en las buenas prácticas, los errores humanos o la falta de conocimientos han provocado lesiones graves y muertes. Un análisis de las causas básicas de estos accidentes revela una inquietante similitud.

Pérdida de vidas humanas en Marruecos. En 1984, ocurrió en Marruecos un grave accidente que causó la muerte de ocho personas cuando una fuente radiográfica de iridio quedó desconectada del cable impulsor y no volvió a colocarse en el contenedor blindado. La fuente desconectada al final cayó al suelo, del que fue recogida por una persona que pasaba por el lugar y que la llevó a su hogar. La diminuta fuente era demasiado pequeña para llevar marcas de advertencia, aunque el dispositivo de exposición sí estaba marcado con el símbolo internacional de la radiación (el trébol). En el curso de varios meses, varios familiares y parientes quedaron expuestos a la radiación y murieron; el diagnóstico clínico fue “hemorragia pulmonar”. Sólo después que murió el último familiar se sospechó que la causa fuera la radiación.

La investigación determinó que este accidente podría haberse evitado si se hubiera realizado un estudio radiológico después de la radiografía para confirmar si la fuente había vuelto completamente a la posición de blindaje.

Contaminación en España. En mayo de 1998, una fuente de cesio 137 fue fundida inadvertidamente en un horno eléctrico de Acerinox, fábrica de acero inoxidable ubicada en Los Barrios, España. Como consecuencia, los vapores quedaron recogidos en un sistema de filtros, lo que produjo la contaminación de las 270 toneladas de polvo ya recolectadas. El polvo fue extraído y enviado a dos fábricas para su procesamiento como parte del mantenimiento de rutina. Una fábrica recibió 150 toneladas que utilizó después en un proceso de estabilización de pantanos, aumentando así la masa de material contaminado a 500 toneladas y contaminando el pantano. El primer aviso del suceso se recibió a principios de junio de un monitor de puerta que disparó la alarma al pasar un camión vacío que regresaba de entregar el polvo. Varios días después también se detectaron

niveles elevados de cesio 137 en el sur de Francia y el norte de Italia.

Las consecuencias radiológicas de este suceso fueron mínimas, con seis personas registrando niveles bajos de contaminación por cesio 137. Sin embargo, las consecuencias económicas, políticas y sociales fueron importantes. El costo total estimado de las operaciones de limpieza, almacenamiento de desechos e interrupción de las actividades en las empresas afectadas excedió de 25 millones de dólares EE.UU. Las causas básicas de este accidente fueron la pérdida del control de la fuente de cesio y el hecho de que en la acería no se hubiera detectado la fuente perdida cuando se recibió la chatarra.

Graves lesiones en el Perú. En febrero de 1999, una sección de una tubería se estaba reparando en la central hidroeléctrica de Yanango, en el Perú. Mientras se ultimaban las reparaciones, un dispositivo de radiografía gamma no fue supervisado y quedó encerrado con el cable impulsor, pero no el tubo guía, conectado dentro de la tubería. En algún momento del día, la fuente de iridio se desprendió del dispositivo. Un soldador recogió la fuente sin blindaje, la colocó en el bolsillo posterior de sus pantalones, y más tarde regresó a su casa. Cuando se descubrió la ausencia de la fuente, habían transcurrido nueve horas y tanto el soldador como su esposa quedaron expuestos a la radiación. La lesión más grave la sufrió el soldador por el contacto directo con la fuente. Como resultado de ello, hubo que amputarle una pierna y someterlo a un período prolongado de hospitalización.

La investigación determinó que las causas básicas fueron la insuficiente supervisión de la fuente en el lugar de trabajo y la falta de capacitación de la persona encargada de la radiografía. El soldador desconocía los riesgos de la radiación. También se descubrió que el diseño del dispositivo de la fuente permitía que el dispositivo de cierre se extrajera con un destornillador corriente, de ahí que la fuente pudiera retirarse fácilmente. Nunca se llegó a determinar en forma concluyente cómo la fuente en este caso pudo desprenderse del dispositivo.

Usos industriales corrientes de las fuentes radiactivas selladas

Los usos industriales de las fuentes radiactivas selladas representan un número importante de los accidentes notificados al OIEA. Las fuentes industriales tienen una amplia diversidad de aplicaciones, y a menudo en equipo móvil.

Uno de los usos industriales más corrientes de las fuentes radiactivas es la radiografía gamma, utilizada en el análisis no destructivo de soldaduras, como en las tuberías de gas y agua. En la radiografía gamma, la fuente se coloca en un dispositivo blindado y se desplaza a través de un tubo guía hacia un colimador dentro de la tubería. Los haces de radiación controlados se emiten desde la fuente (de ordinario iridio 192) a través de la soldadura hacia la película fotográfica. La radiografía resultante mostrará cualquier defecto de la soldadura.



Fuente de radiografía industrial. Este tipo de fuente se utilizó en EE.UU. durante los decenios de 1930 y 1940 para inspeccionar las soldaduras y la fundición de metales.
Fotografía y derechos de autor: Oak Ridge Associated Universities, 1999.

Las fuentes radiactivas selladas se utilizan también en una serie de calibradores portátiles. Los calibradores nucleares pueden emplearse para medir densidad, grosor o humedad, o para identificar materiales, todo ello en función de cómo la radiación emitida de la fuente interactúa con el material objeto de estudio. También utilizan una fuente en un contenedor blindado que emite radiación, que luego es medida al menos por un detector. Estos calibradores se emplean habitualmente para medir la uniformidad en la construcción de caminos y para la diagrafía de pozos. Con esta última se pueden caracterizar las propiedades de las formaciones subterráneas, como la posible existencia de pozos de petróleo o agua, según su reacción a la radiación emitida por la fuente utilizada en la diagrafía.



Fuentes de radiografía industrial emisoras de rayos gamma, utilizadas para radiografiar metales gruesos y penetrar áreas confinadas. Una pequeña cápsula metálica en un extremo de un cable flexible contiene 1,1 a 3,7 TBq (30 a 100 curios) de iridio 192 o cobalto 60.
Fotografías y derecho de autor 1999: Oak Ridge Associated Universities.

Prevención del extravío de fuentes

Aunque la capacitación y experiencia adecuadas reducirán el riesgo de exposición radiológica durante el uso de las fuentes radiactivas, la gran mayoría de los accidentes graves en la industria se deben a la pérdida o el robo de una fuente.

Las fuentes de radiografía gamma industrial corren el riesgo de extraviarse porque son móviles y se utilizan en situaciones menos controladas. El mantenimiento adecuado del equipo y las buenas prácticas y procedimientos operacionales pueden reducir en primer lugar el riesgo del extravío de una fuente. Las fuentes deben ser trasladadas al explotador de desechos o devueltas al fabricante tan pronto queden en desuso.

Radiografía gamma

- Mantenga el equipo adecuadamente, según la recomendación del fabricante, especialmente las piezas mecánicas móviles, para reducir la probabilidad de que una fuente quede fuera de la posición de blindaje.

- Compruebe periódicamente si hay problemas de accionamiento de la manivela, señales de que el cable esté retorcido, o problemas con el acoplamiento del cable flexible de conexión.

- Cumpla las instrucciones de los fabricantes respecto del mantenimiento periódico.

- Siempre utilice un monitor de radiación cuando trabaje con la fuente. Compruebe el monitor de radiación antes de utilizar la fuente para cerciorarse de que funciona de

manera apropiada, y dele mantenimiento periódicamente.

- Coloque las fuentes en una instalación de almacenamiento segura cuando no las utilice. Guarde las llaves en un lugar separado del dispositivo de la fuente.

- Compruebe el dispositivo de la fuente antes de salir del lugar de trabajo para cerciorarse de que el contenedor está cerrado. Confirme con un monitor de radiación si la fuente se encuentra en la posición de blindaje.

- Nunca transporte un contenedor de fuente con la llave en el cerrojo.

- Utilice las fuentes radiactivas sólo en zonas controladas con barreras, señales de advertencia y blindaje. Utilice un monitor de radiación para supervisar la zona durante la exposición.

- Emplee las fuentes cuando haya pocos trabajadores o no haya ninguno en la zona (durante el receso de almuerzo o después del horario de trabajo, etc). Comunique al personal directivo y los trabajadores cuando se vaya a realizar una exposición a la radiación.

- Las fuentes que han caído en desuso deben devolverse al proveedor, si es posible, o al explotador nacional de desechos del país.

Los accidentes de radiografía industrial suelen ocurrir porque el radiógrafo (u otro operador cualificado) no realiza un estudio radiológico adecuado. Sólo utilizando debidamente un monitor de radiación puede el radiógrafo conocer la ubicación real de la fuente y prevenir accidentes.

Cómo realizar un estudio adecuado

Utilizando un monitor de radiación, el radiógrafo puede realizar un estudio inicial del dispositivo cuando éste es retirado de su lugar de almacenamiento y confirmar si la fuente no ha quedado expuesta. Ello también sirve de base de referencia para establecer una comparación con

estudios posteriores. Cualquier lectura inusitada debe ser investigada.

El radiógrafo debe observar el monitor de radiación al sacar la fuente durante la operación. El aumento drástico de la intensidad de radiación debe indicar que la fuente ha salido del contenedor de blindaje. A medida que la fuente se desplaza a través del tubo guía, la intensidad de radiación debe aumentar constantemente.

Calibradores nucleares y diagrafía de pozos

- Almacene las fuentes en condiciones de seguridad cuando no las utilice.

- Mantenga registros adecuados de todas las fuentes en almacenamiento.

- Realice un inventario físico periódico de todas las fuentes.

- Mantenga y repare todas las fuentes radiactivas según las instrucciones del fabricante. En particular, debido a las condiciones difíciles de uso, el equipo debe ser inspeccionado periódicamente para asegurar que se mantengan visibles los rótulos de la fuente.

- Realice un estudio apropiado antes y después de utilizar la fuente, incluso alrededor del lugar de almacenamiento, en el vehículo de transporte, y en el lugar en que se usó la fuente.

- Haga un estudio adecuado con un monitor de radiación para localizar una fuente extraviada.

- En la diagrafía de pozos, la mayor fuente de accidentes es la pérdida de la fuente radiactiva en la profundidad del pozo. En caso de que se extravíe la fuente, se deben hacer todos los esfuerzos posibles para recuperar a distancia la fuente del pozo, y la autoridad reguladora responsable debe ser notificada para que efectúe un análisis de la seguridad. Se debe procurar que la fuente no se dañe durante la recuperación. El lugar debe ser monitorizado para determinar si hay

contaminación después de la recuperación. Las fuentes dañadas deben ser trasladadas al explotador de desechos para su gestión a largo plazo.

- Adopte medidas para minimizar el riesgo de que las fuentes sean robadas durante su almacenamiento y transporte.



Preparación de planes de emergencia

Todos los usuarios de fuentes radiactivas selladas deben disponer de un plan de contingencia establecido para casos de emergencia como el deterioro, la pérdida o el robo de una fuente. En dicho plan se deberá indicar quién es responsable, a quién deberá avisarse y cómo obtener asistencia externa para hacer frente a la emergencia, de ser necesario.

Gestión de desechos

Una fuente radiactiva sellada en desuso es un accidente en potencia si no se almacena en condiciones de seguridad, se acondiciona debidamente o se somete a una disposición final adecuada. Cuando cesa la utilidad de una fuente, debe procederse a su disposición final permanente, y no almacenarse en los locales del usuario. Conservar las fuentes obsoletas "por si acaso" (para utilizarlas como reserva de una fuente actual, etc.) no es una buena práctica. Es posible que se olviden, se extravíen o sean robadas.

El almacenamiento provisional puede ser aceptable: si la instalación reúne las condiciones de seguridad para evitar la pérdida o el robo; si la fuente es objeto del acondicionamiento adecuado, de modo que se mejora su blindaje y su estabilidad; y si se efectúan los registros y comprobaciones físicas periódicas adecuados de las fuentes almacenadas provisionalmente. Dada la posibilidad de que una fuente de este tipo sea robada y utilizada con fines dolosos, se deberán adoptar medidas eficaces para garantizar su seguridad física.

Cuando una fuente ya no tenga utilidad alguna, se avisará a la autoridad reguladora responsable y se adoptarán las medidas pertinentes para su gestión, mediante uno de los siguientes procedimientos:

— devolución de la fuente al fabricante para su disposición final cuando sea posible; o

— transporte de la fuente al explotador de los desechos.

En conclusión

El medio más eficaz para prevenir accidentes con fuentes radiactivas selladas es la adopción de hábitos de trabajo que reduzcan la probabilidad de que una fuente se extravíe. Es responsabilidad de los profesionales que utilizan las fuentes adoptar las medidas necesarias para proteger al público, el medio ambiente y a sí mismos de las graves consecuencias de un accidente, todas y cada una de las veces que trabajen con una fuente radiactiva. Las fuentes que hayan dejado de utilizarse deben transferirse al explotador nacional de desechos lo antes posible.



Fotografia de la portada: Uso de DTL en radiografía industrial (dosímetro termoluminiscente en un receptáculo especial).

Para obtener más información sobre las fuentes radiactivas selladas o la radiación en general, se debe establecer contacto con la entidad reguladora local. También puede consultarse el sitio web del Organismo Internacional de Energía Atómica, *http://www.iaea.org*

División de Seguridad Radiológica, del Transporte y de los Desechos del OIEA
C. Mac Kenzie (Editor)

División de Información Pública del OIEA
A. Diesner-Kuepfer (Diseño y presentación)



División de Información Pública
Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100
A-1400 Viena (Austria)

Tel.: (+43 1) 2600 21270/21275
Fax: (+43 1) 2600 29610
Correo-e: info@iaea.org
www.iaea.org

Impreso por el OIEA en Austria, septiembre de 2005
IAEA/PI/A.82 / 05-09493